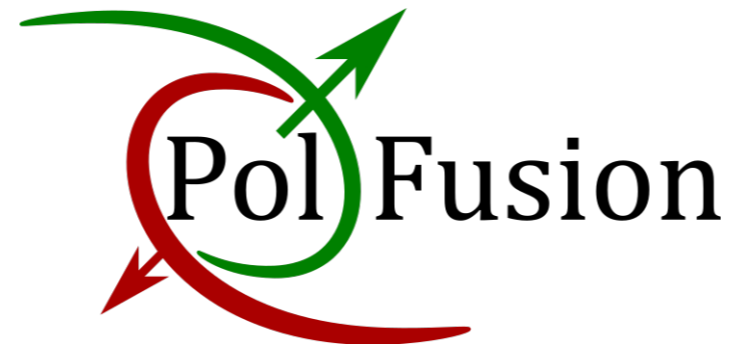




Изучение реакций синтеза легких ядер

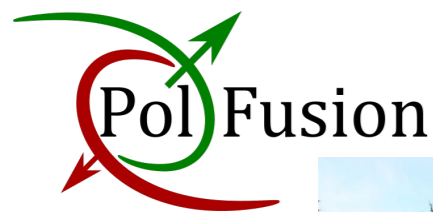
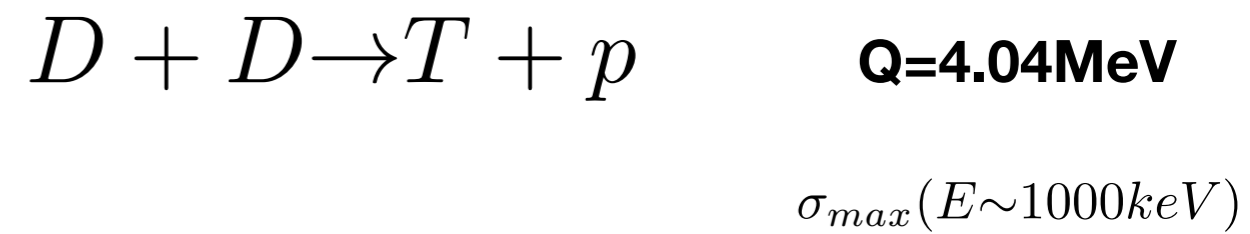
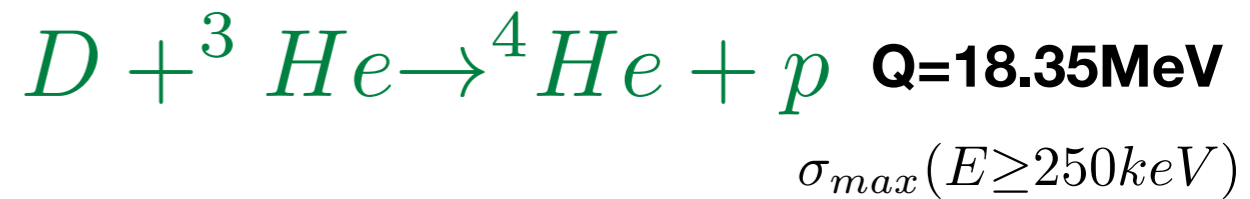
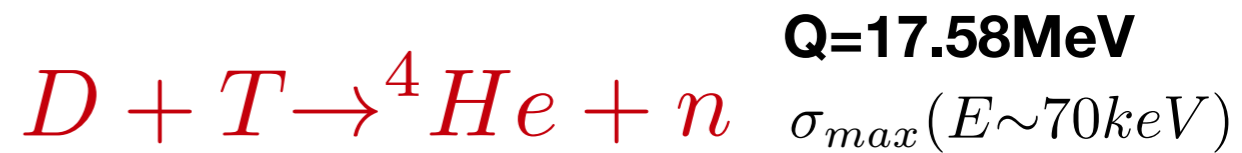
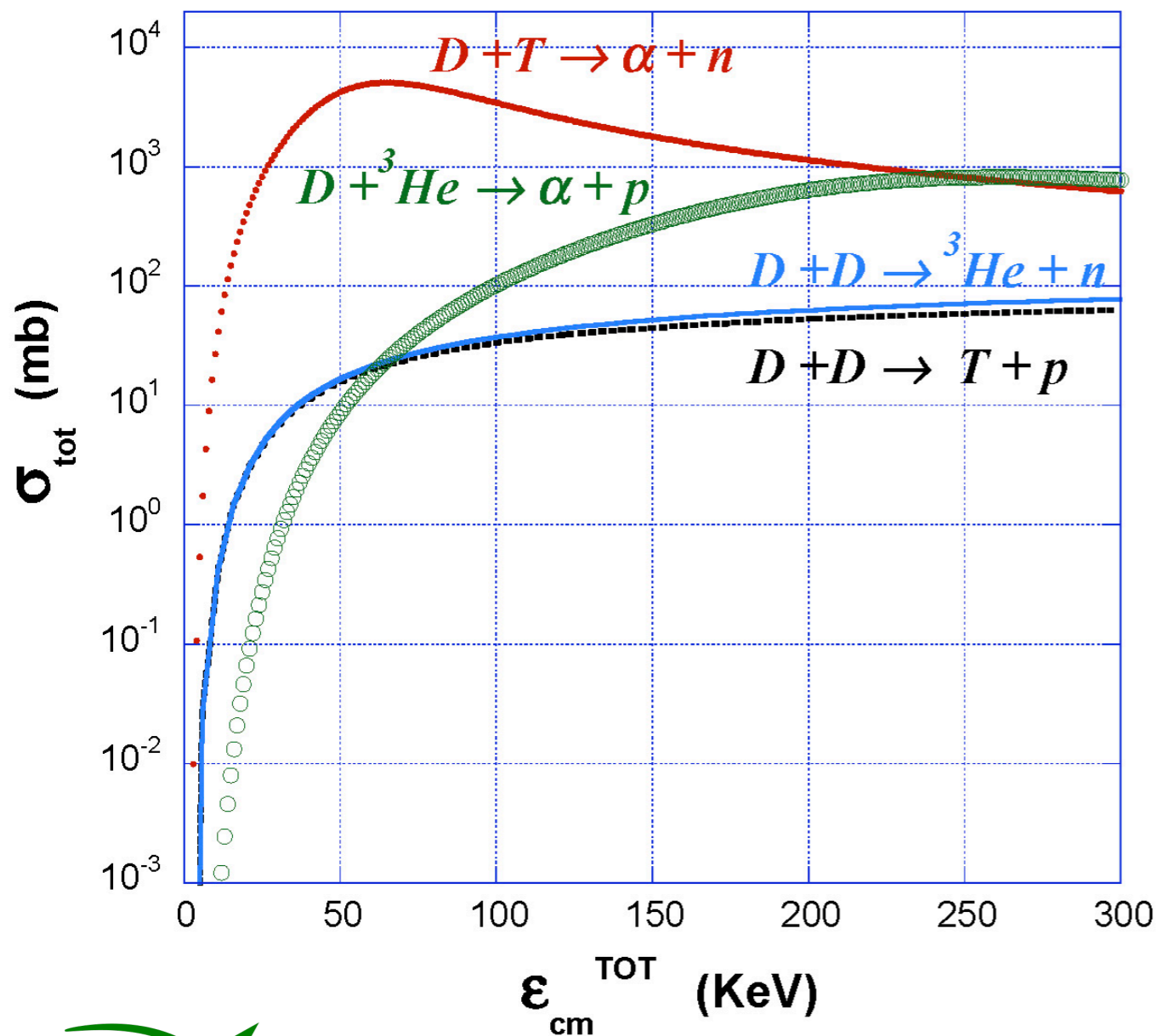
Эксперимент



П. Кравченко



Мотивация

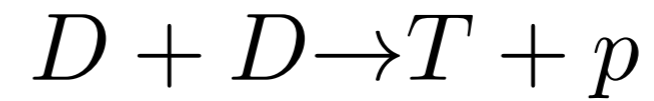
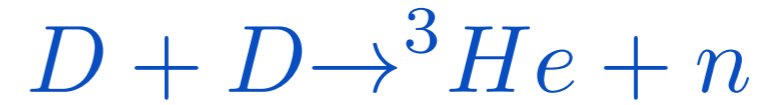


ЛКСТ, ПИЯФ



Поиск мюонного катализа
ядерного $d^3\text{He}$ синтеза в PSI





Космология

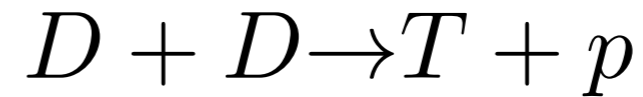
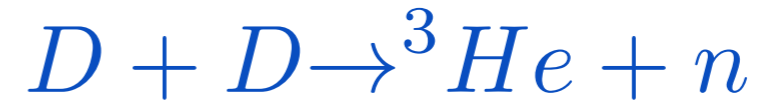
Теория ядерного взаимодействия

Термоядерная энергетика

Прикладные вопросы



Семинар 06.12.2022 Андреев А.В.



Сегодня: широкий спектр открытых вопросов

Космология

Big bang
Hydrogen burning
Helium burning
Advanced burning
(carbon/neon/oxygen/silicon)
s-process (neutron sources)
p-process

Теория ядерного взаимодействия

широкий спектр моделей
сложности описаний
прямых/непрямых измерений

Завтра: задачи ближайшего будущего

Термоядерная энергетика

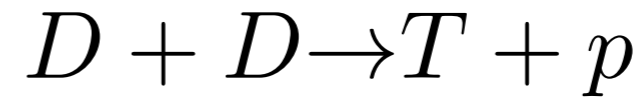
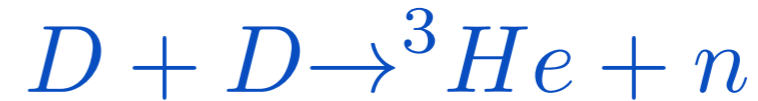
Использование поляризованного топлива
Увеличение сечения
Управление угловым распределением вылета
продуктов реакции.
Реакторы с малым выходом нейтронов.

Прикладные вопросы

Наработка трития и гелия-3
 ${}^3\text{He}$ -ориентированная технология
газоразрядных детекторов
Источник нейтронов для наработки
медицинских изотопов ${}^{100}\text{Mo}(n,2n){}^{99}\text{Mo}$



Семинар 06.12.2022 Андреев А.В.



Сегодня: широкий спектр открытых вопросов

Космология

Big bang
Hydrogen burning
Helium burning
Advanced burning
(carbon/neon/oxygen/silicon)
s-process (neutron sources)
p-process

Теория ядерного взаимодействия

широкий спектр моделей
сложности описаний
прямых/непрямых измерений

Завтра: задачи ближайшего будущего

Термоядерная энергетика

Использование поляризованного топлива
Увеличение сечения
Управление угловым распределением вылета
продуктов реакции.
Реакторы с малым выходом нейтронов.

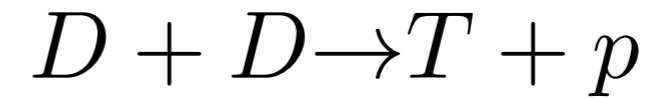
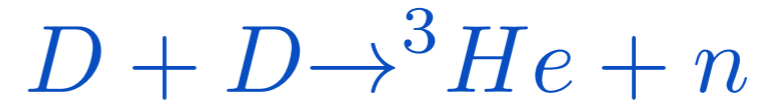
Прикладные вопросы

Наработка трития и гелия-3
 ${}^3\text{He}$ -ориентированная технология
газоразрядных детекторов
Источник нейтронов для наработки
медицинских изотопов ${}^{100}\text{Mo}(n,2n){}^{99}\text{Mo}$

W.Yang, G.Li, X.Gong, X.Gao, X.Li, H.Li...

Effect of the Fusion Fuels' Polarization on Neutron Wall Loading Distribution in CFETR

<https://doi.org/10.1080/15361055.2021.1969064> (China Fusion Engineering Test Reactor (CFETR))



Космология

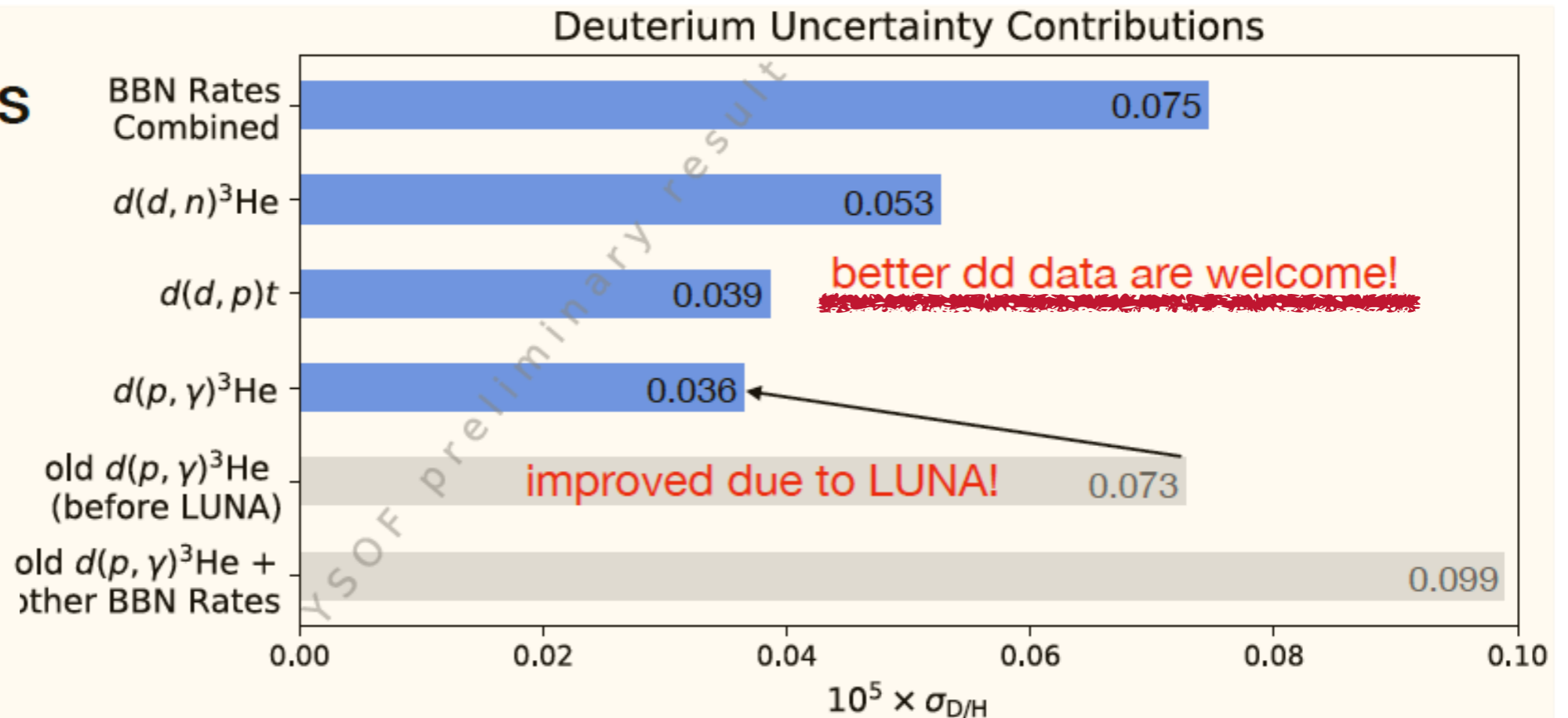
первичная распространенность изотопов во Вселенной,

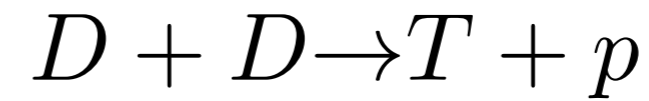
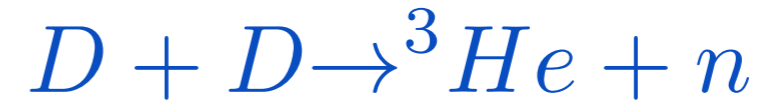
BBN theory

$\sigma(E)$, $S(E)$, $\langle\sigma v\rangle$

Primordial isotopic ratio D/H

D Uncertainties

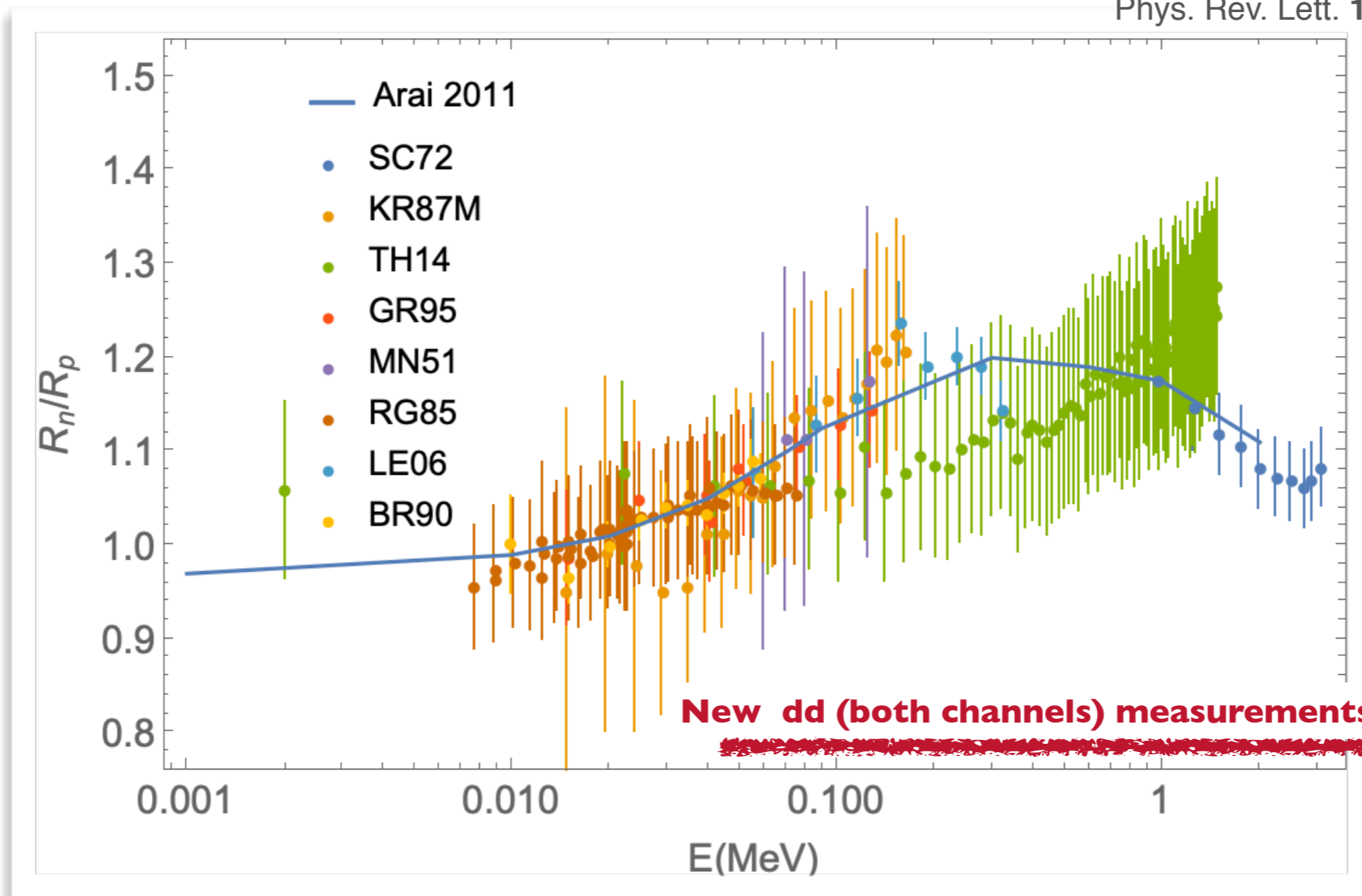




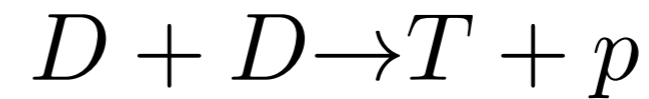
КОСМОЛОГИЯ

theory prediction: K. Arai, S. Aoyama, Y. Suzuki, P. Descouvemont, and D. Baye

Phys. Rev. Lett. **107**, 132502 (2011)



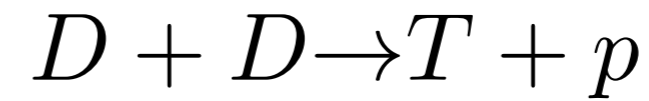
Ofelia Pisanti, Gianpiero Mangano, Gennaro Miele, and Pierpaolo Mazzella
Primordial Deuterium after LUNA: concordances and error budget (2020)



Теория ядерного взаимодействия

Theoretical methods: Many different cases \rightarrow no “unique” model!

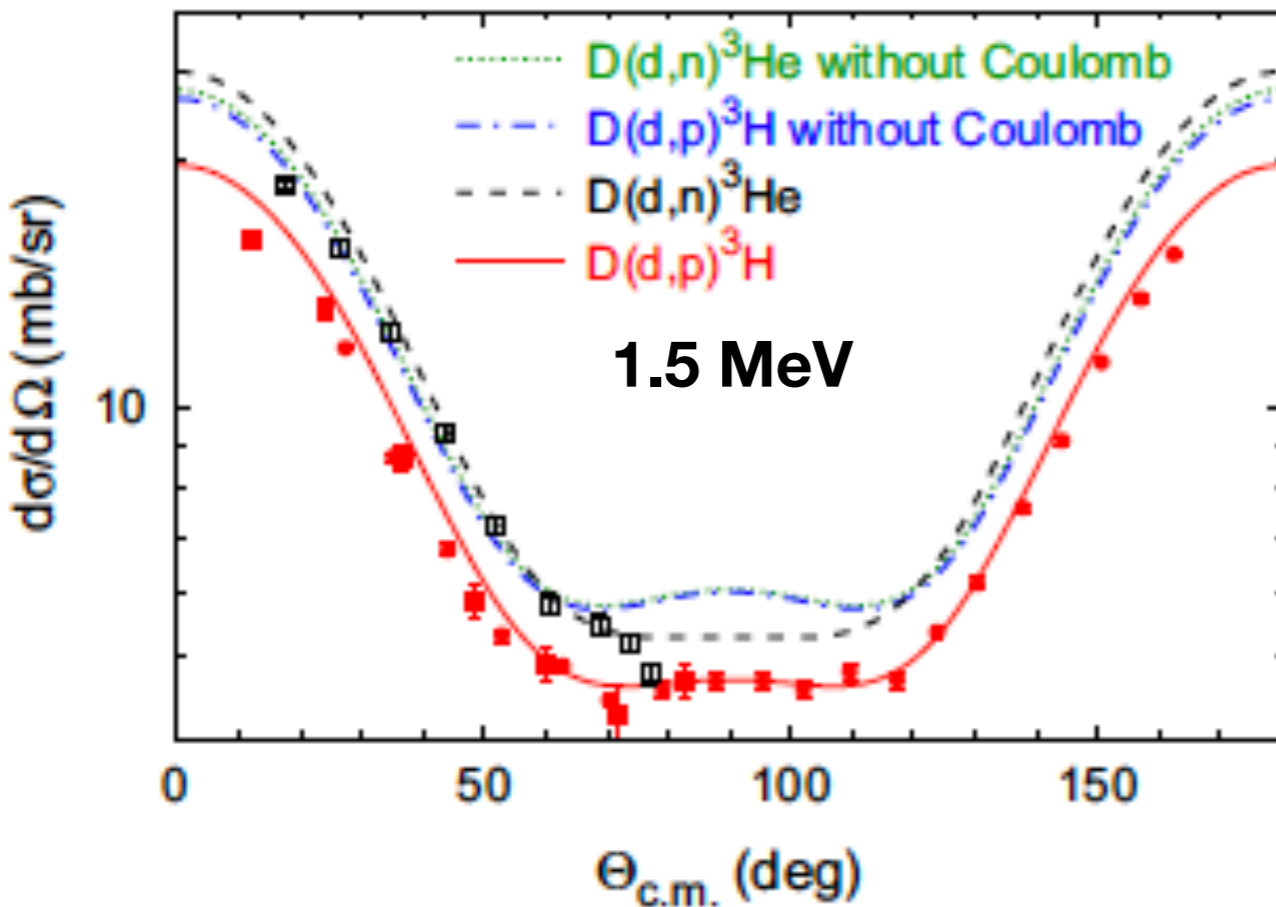
Model	Applicable to	Comments
Potential/optical model	Capture Fusion	<ul style="list-style-type: none"> • Internal structure neglected • Antisymmetrization approximated
R-matrix	Capture Transfer	<ul style="list-style-type: none"> • No explicit wave functions • Physics simulated by some parameters
DWBA	Transfer	<ul style="list-style-type: none"> • Perturbation method • Wave functions in the entrance and exit channels
Microscopic models	Capture Transfer	<ul style="list-style-type: none"> • Based on a nucleon-nucleon interaction • A-nucleon problems • Predictive power



Теория ядерного взаимодействия

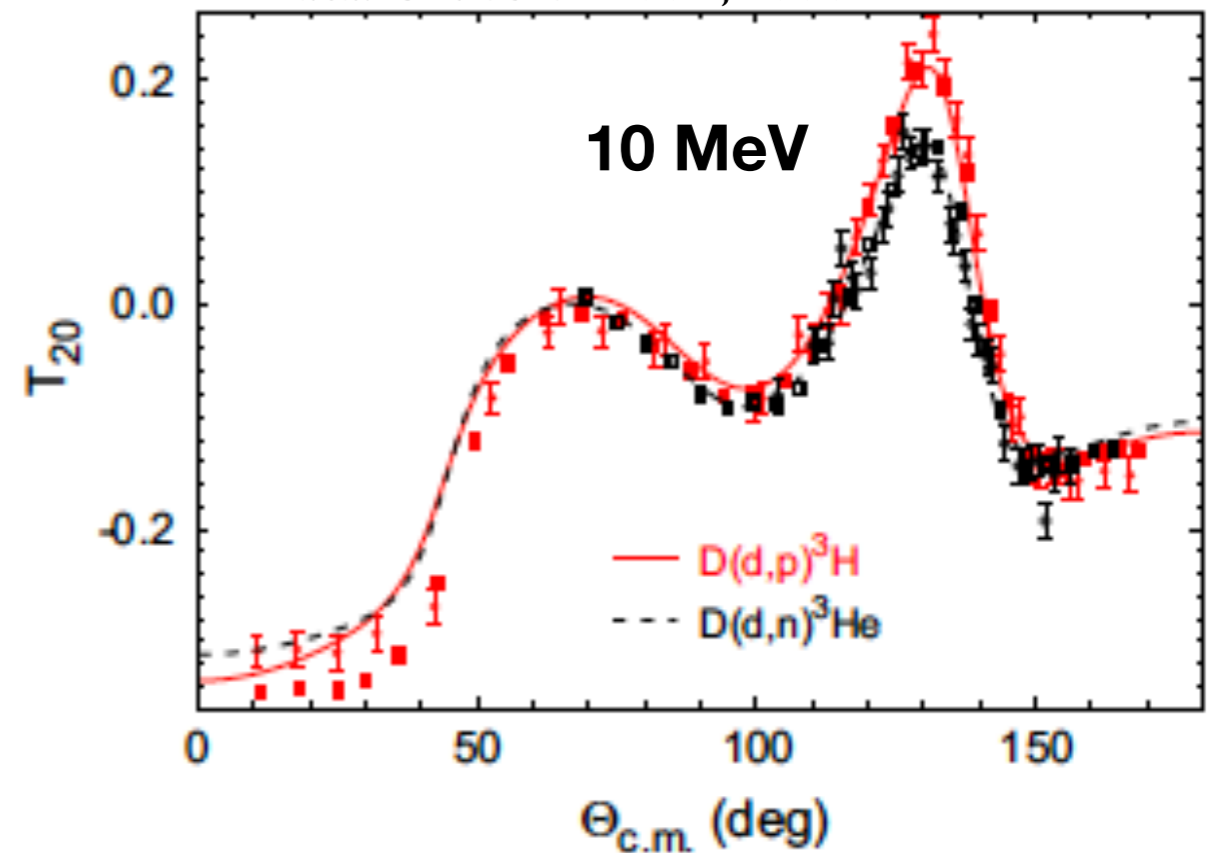
Faddeev-Yakubovsky and EFT calculations

Data: Gruebler 1981 ; Blair 1948 (black)



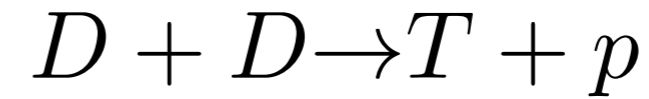
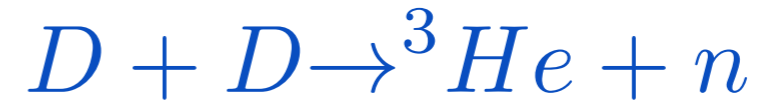
Low energy dd measurements needed

Data: Gruebler 1972, 1979



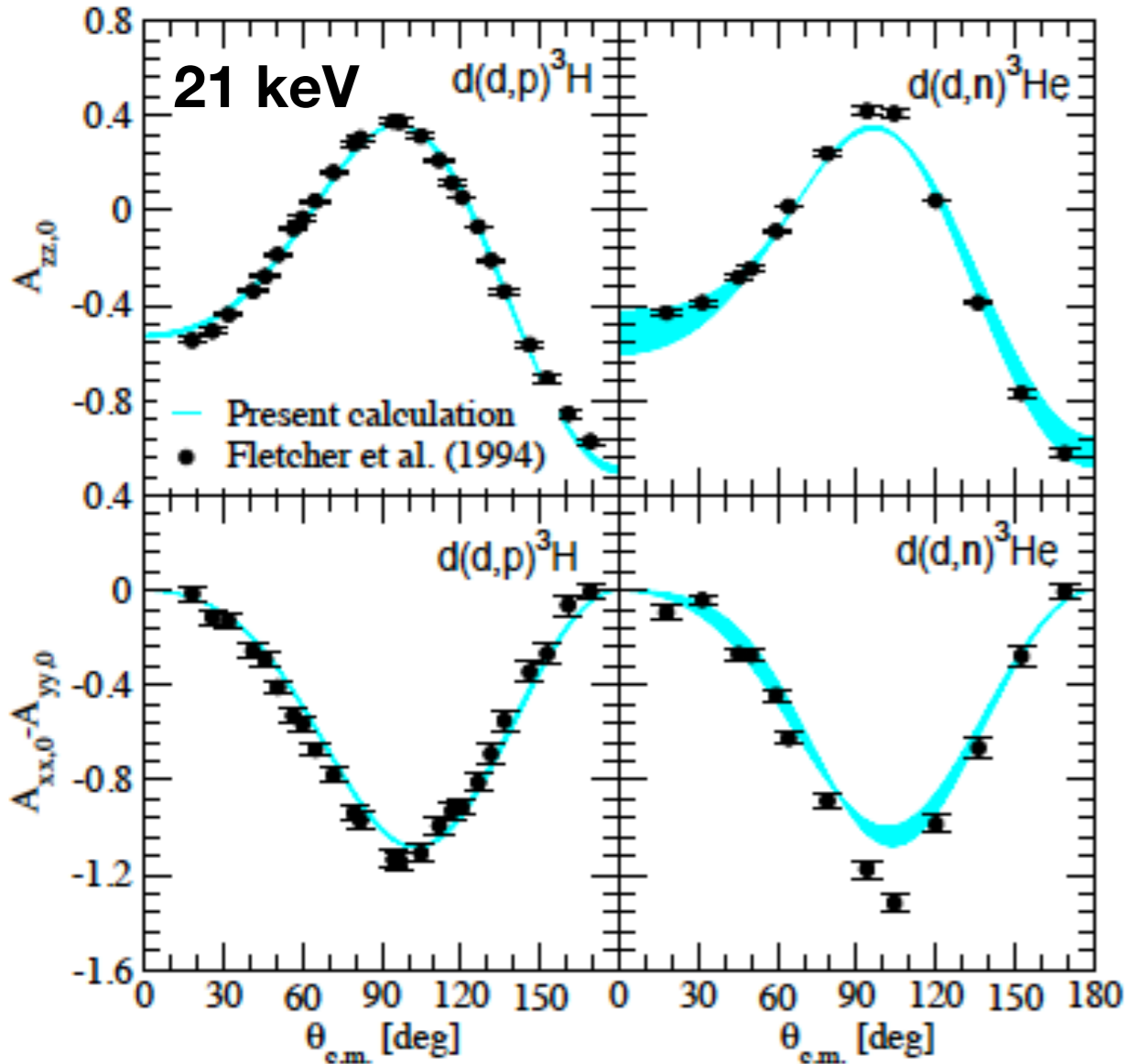


M.Viviani: arXiv:2207.01433v1 [nucl-th] 4 Jul 2022

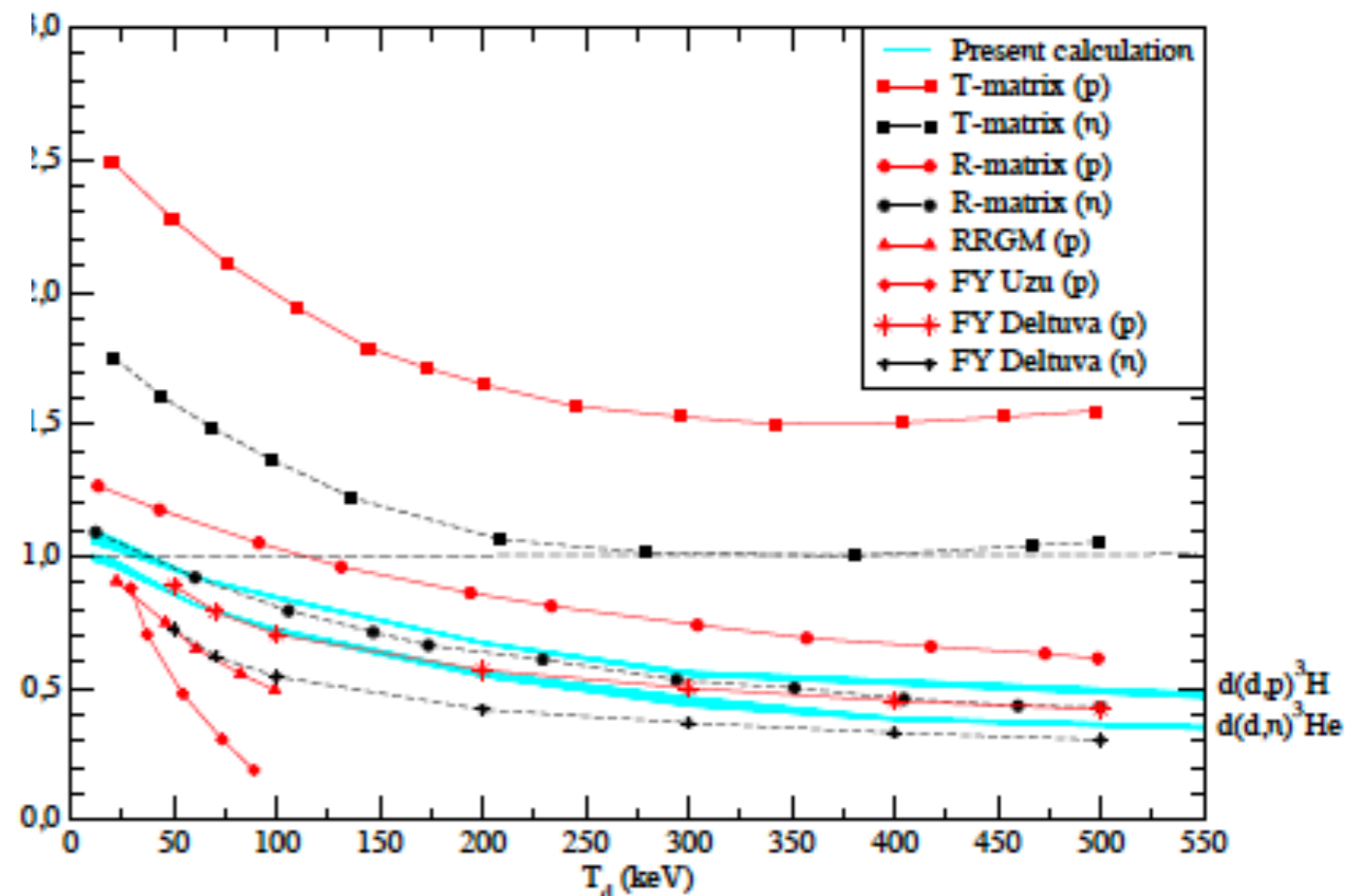


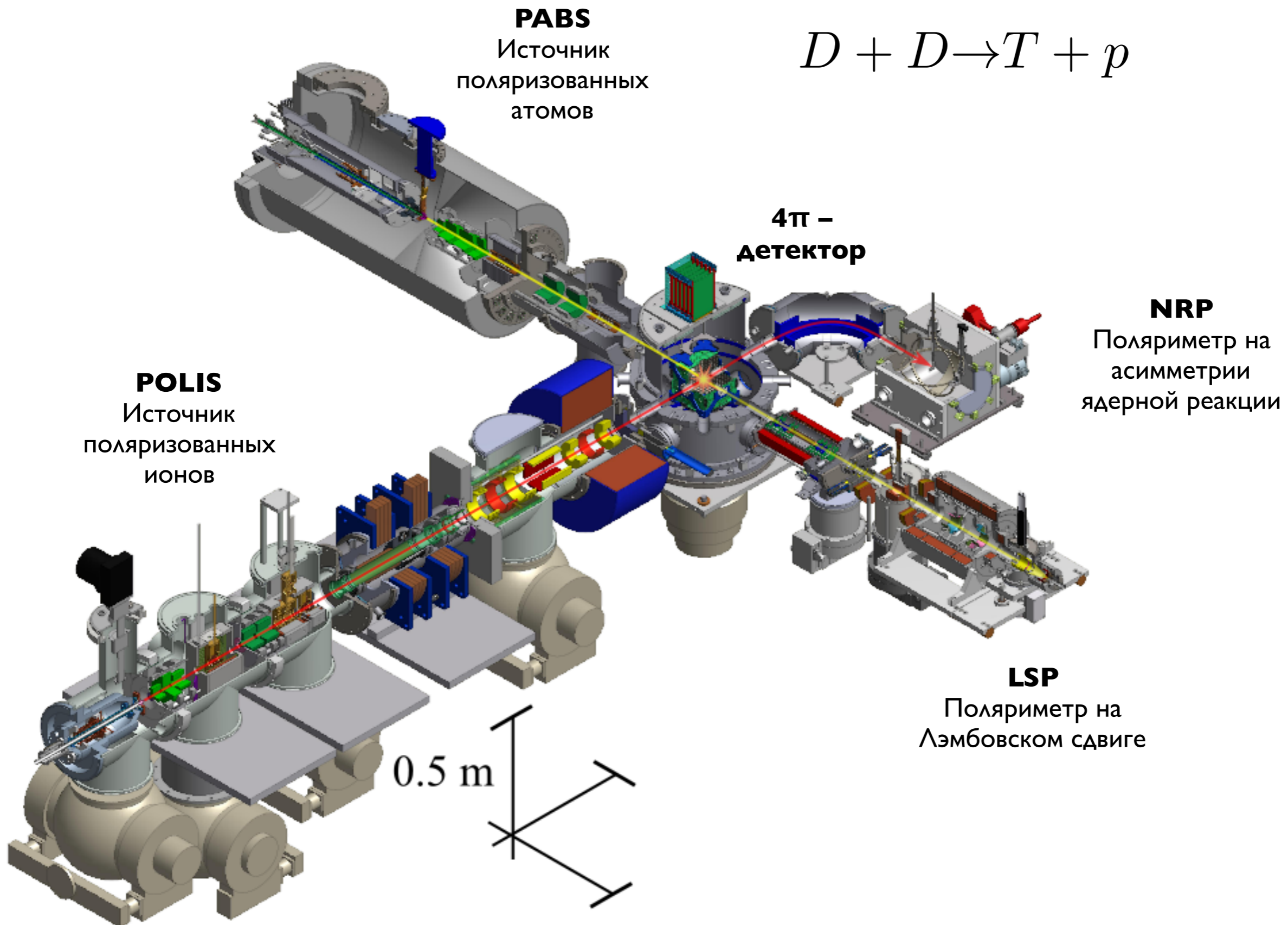
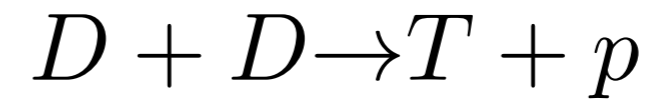
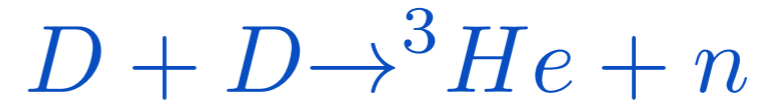
Теория ядерного взаимодействия

ab-initio hyperspherical harmonic method, starting from nuclear Hamiltonians with modern NN- and 3N- interactions, derived in chiral effective field theory.



Polarized dd measurements needed







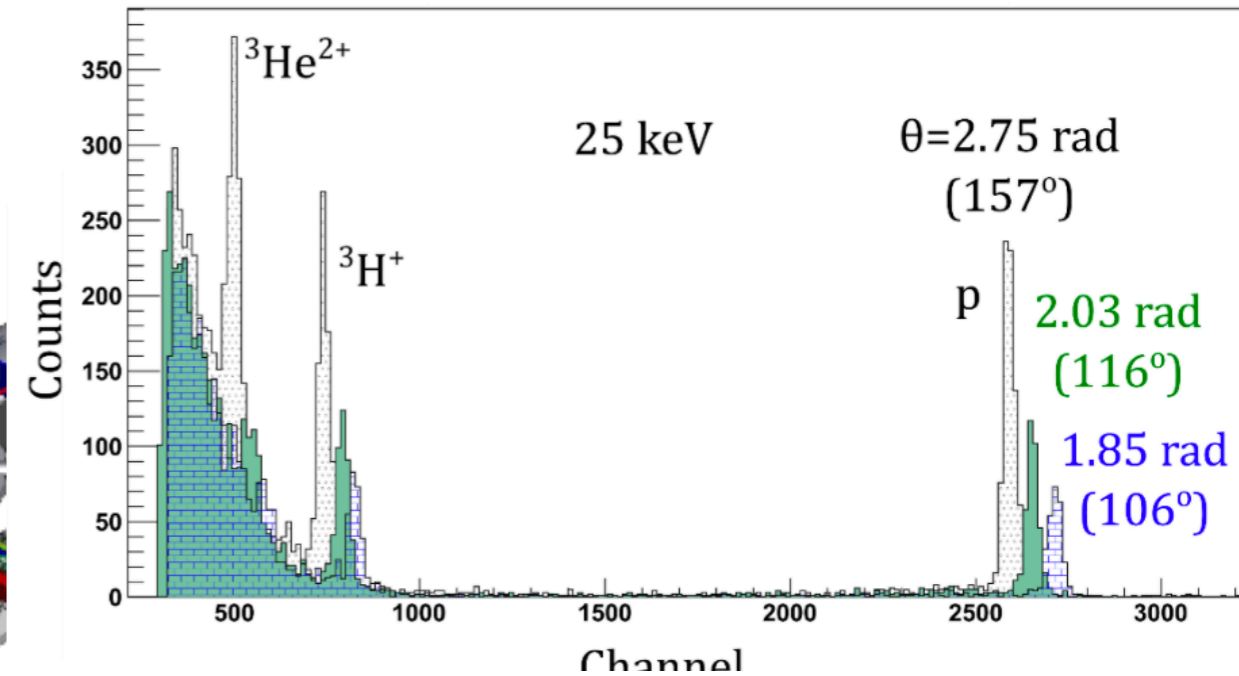
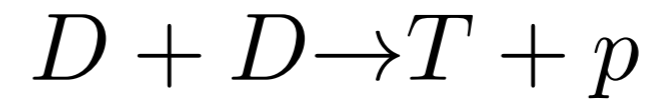
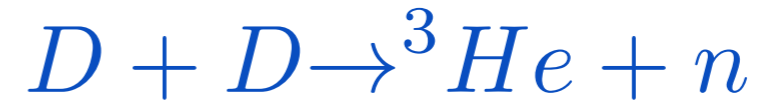
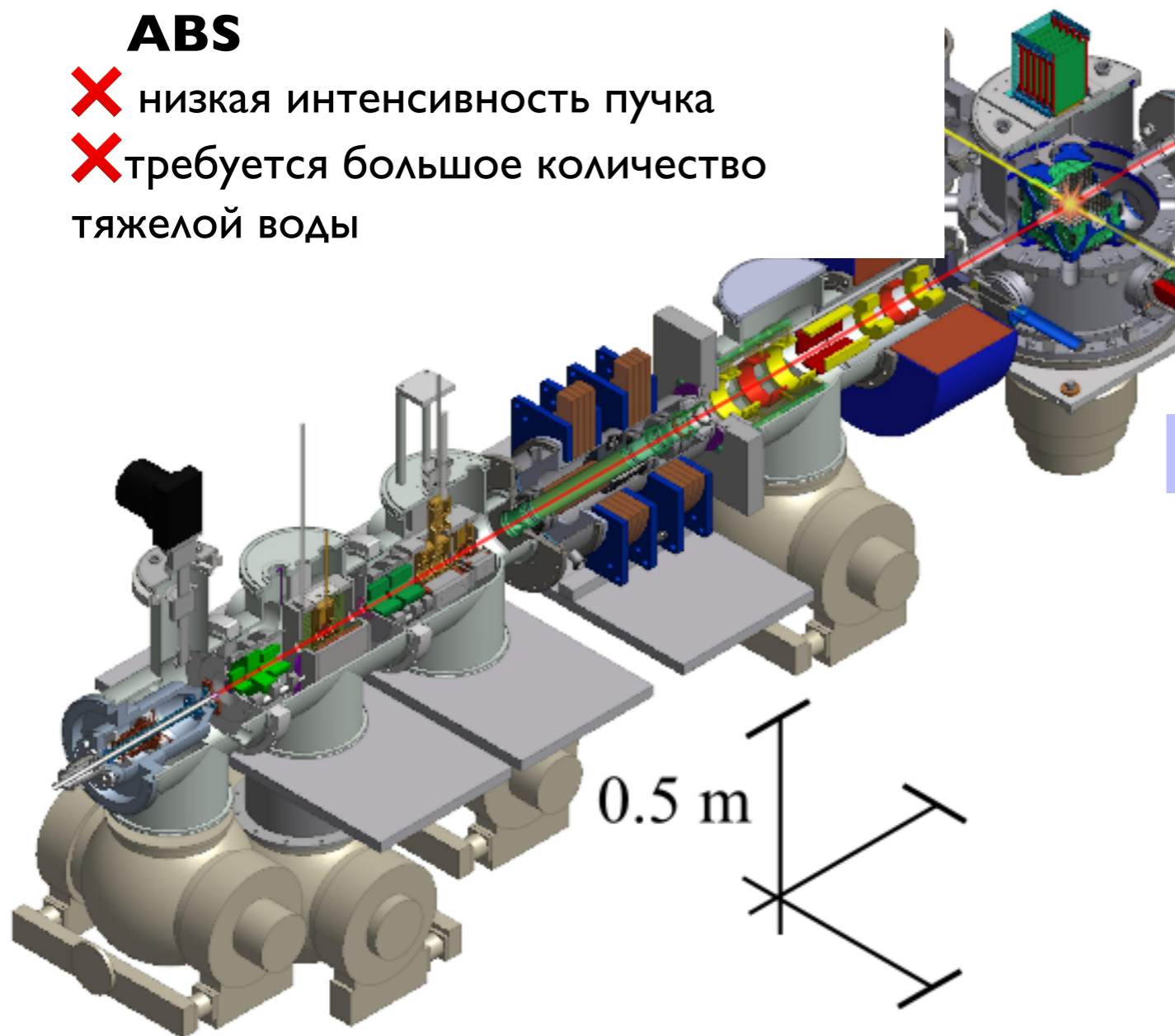
Тестовые сеансы:

POLIS и центральный детектор

- ✓ твердотельная мишень
- ✓ паровая мишень

ABS

- ✗ низкая интенсивность пучка
- ✗ требуется большое количество тяжелой воды



Технические задачи:

Увеличение интенсивности ABS

Создание системы детекторов для подавления фона космического излучения

Измерение поляризации пучков

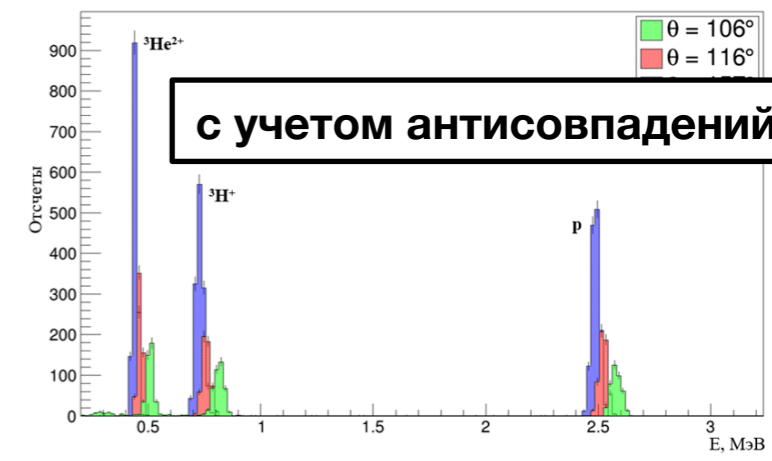
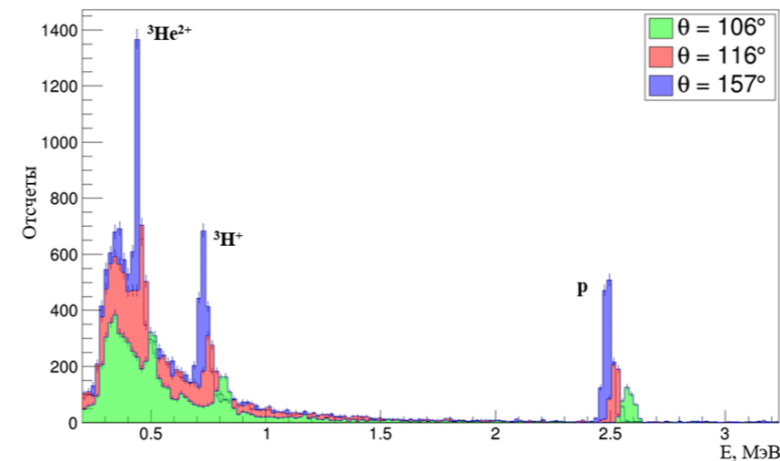
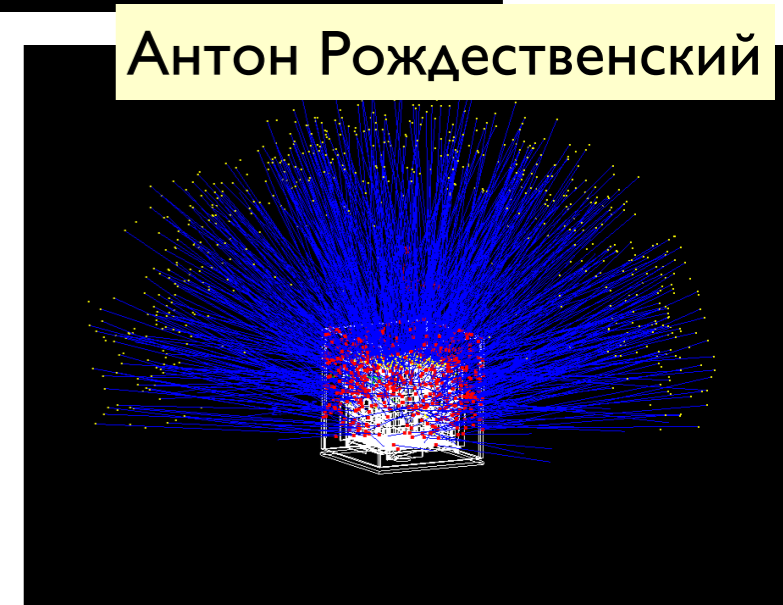
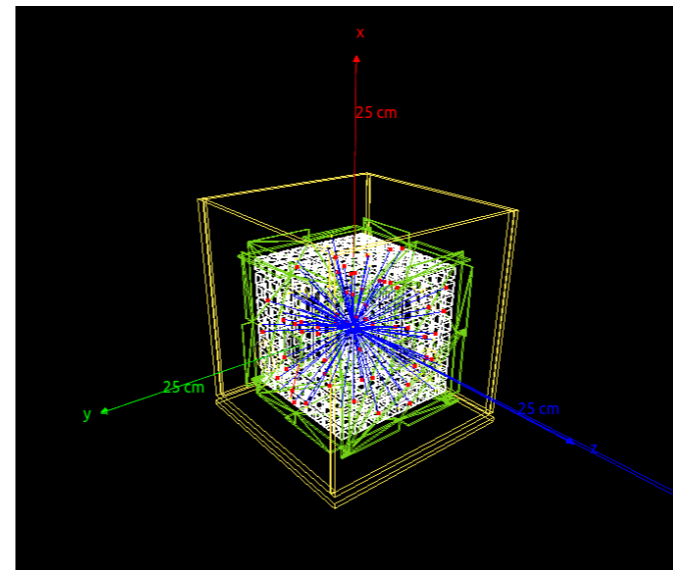
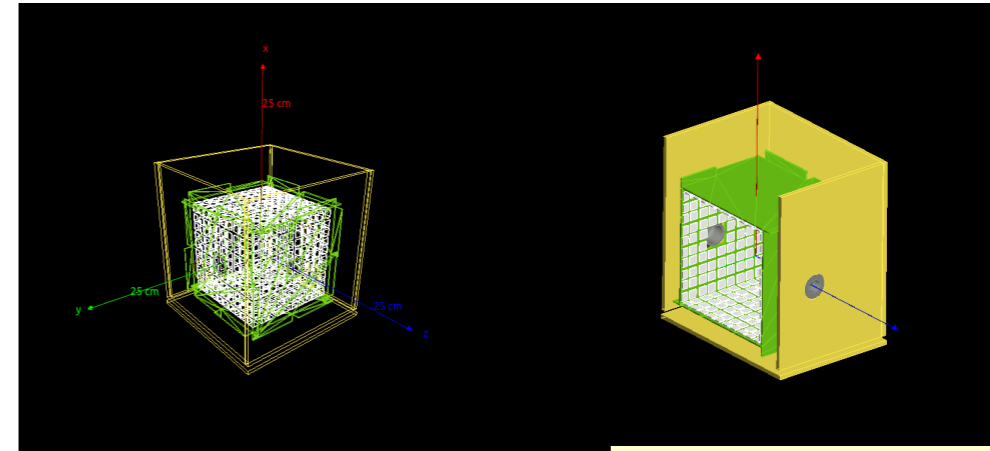
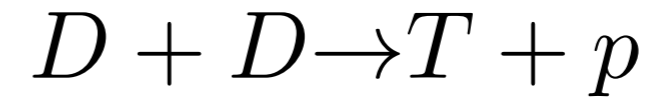
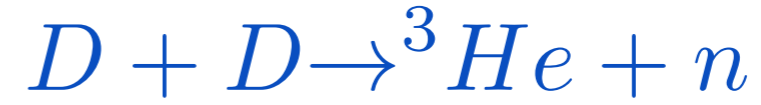


Текущие работы:

Увеличение интенсивности ABS

Создание системы детекторов для подавления фона космического излучения

МС расчеты





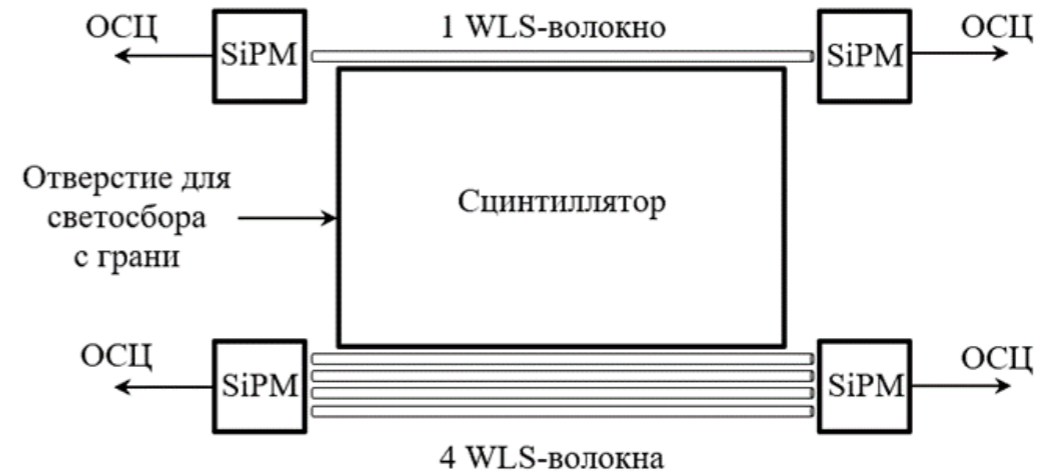
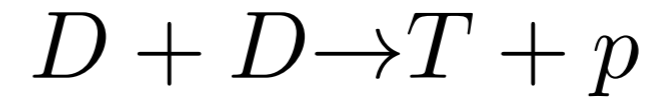
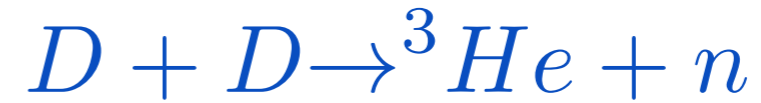
Текущие работы:

Увеличение интенсивности ABS

Создание системы детекторов для подавления фона космического излучения

МС расчеты

принципиальная схема



Фотоумножитель:

SiPM (Silicon Photomultiplier) – кремниевый фотоумножитель

Метод светосбора:

WLS (Wavelength shifting) fibers – спектросмещающие волокна



Текущие работы:

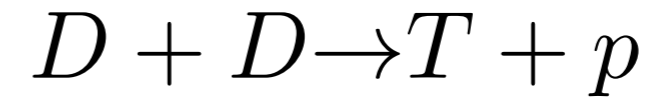
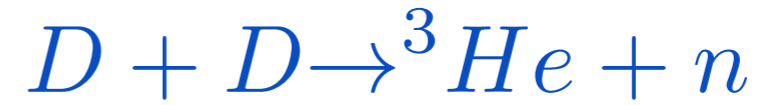
Увеличение интенсивности ABS

Создание системы детекторов для подавления фона космического излучения

МС расчеты

принципиальная схема

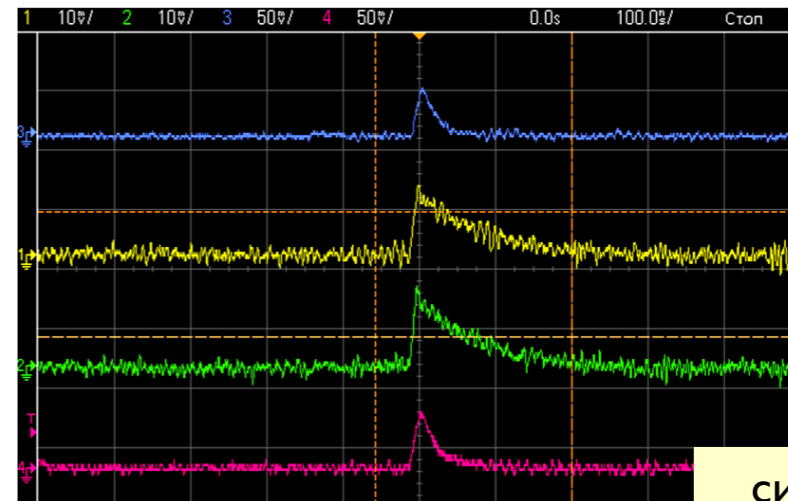
тестовая сборка



ВИД СВЕРХУ



ВИД СБОКУ



сигналы SiPM с центральной сборки

сигналы SiPM верхнего и нижнего сцинтилляторов



По окончании работ:

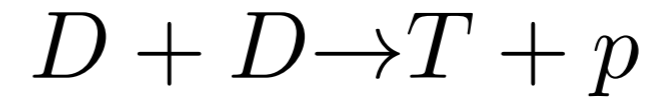
Увеличение интенсивности ABS

Создание системы детекторов для подавления фона космического излучения

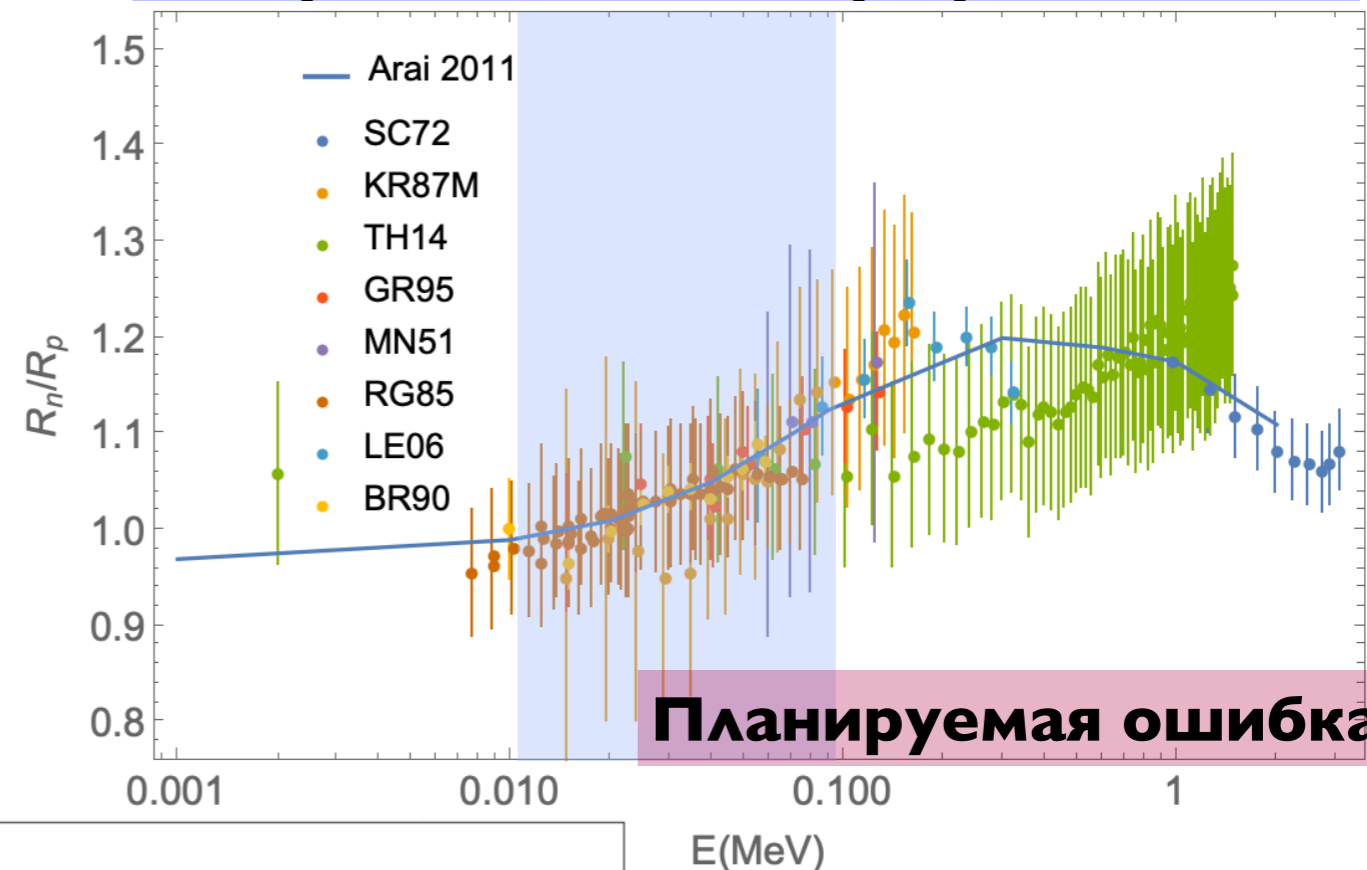
20-30л/год тяжелой воды -

Алтернатива:

система циркуляции и сбора газа

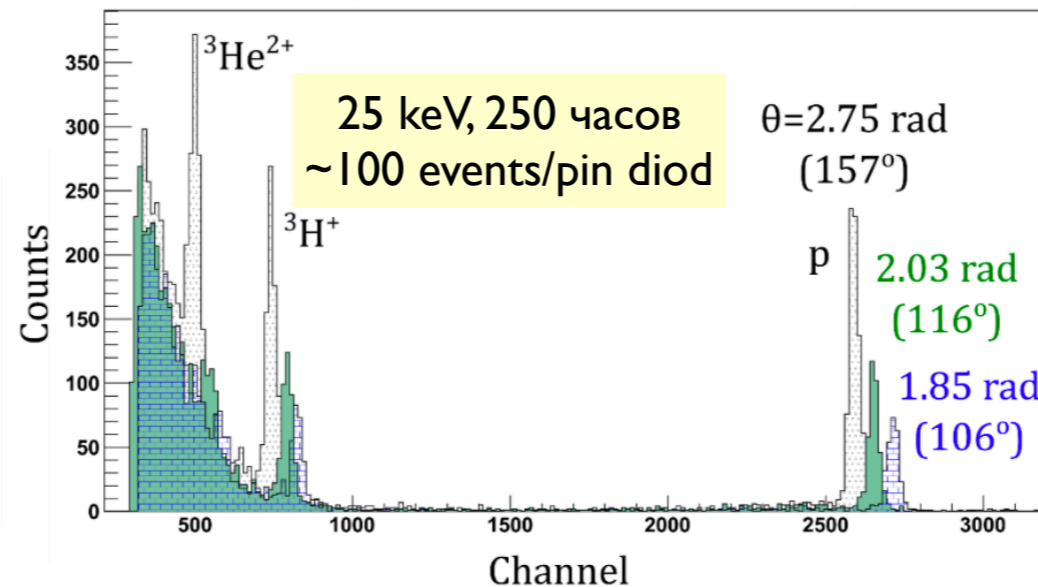
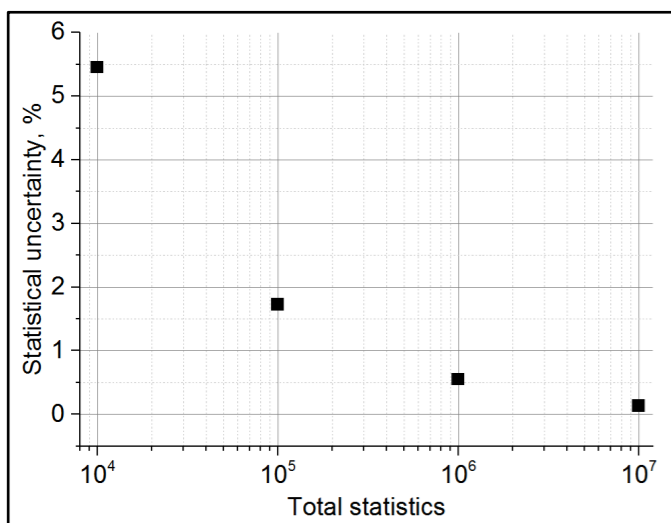


Измерение отношения сечений р- и n-каналов при разных



Планируемая ошибка 3%

Расчет стат. ошибки в одном бине телесного угла (30x20)





По окончании работ:

Увеличение интенсивности ABS

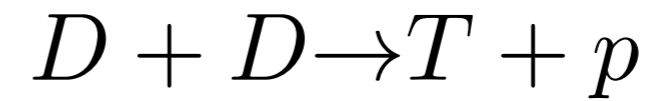
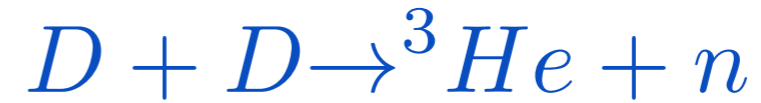
Создание системы детекторов для подавления фона космического излучения

20-30л/год тяжелой воды -

Алтернатива:

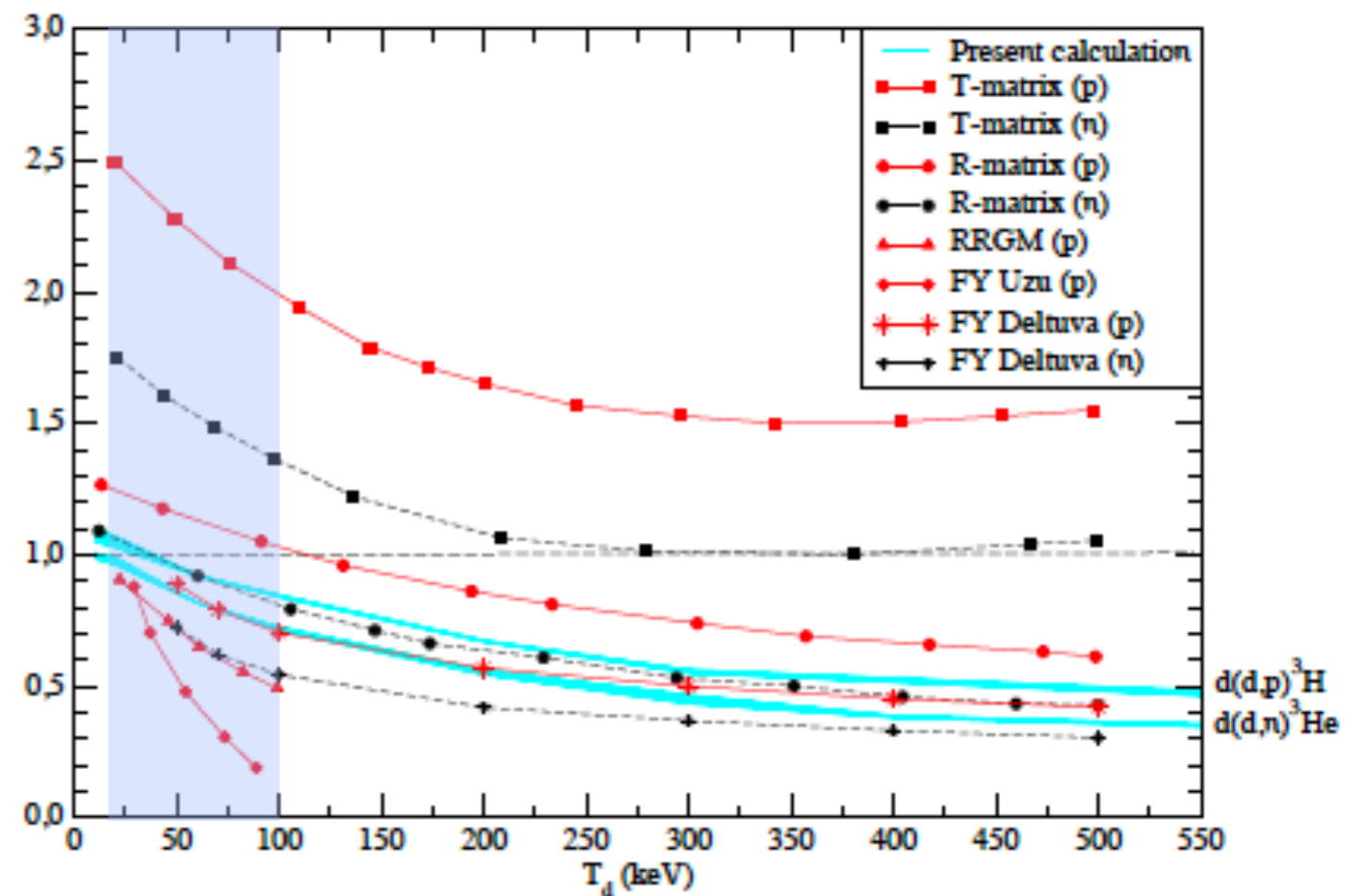
система циркуляции и сбора газа

Измерение поляризации пучков



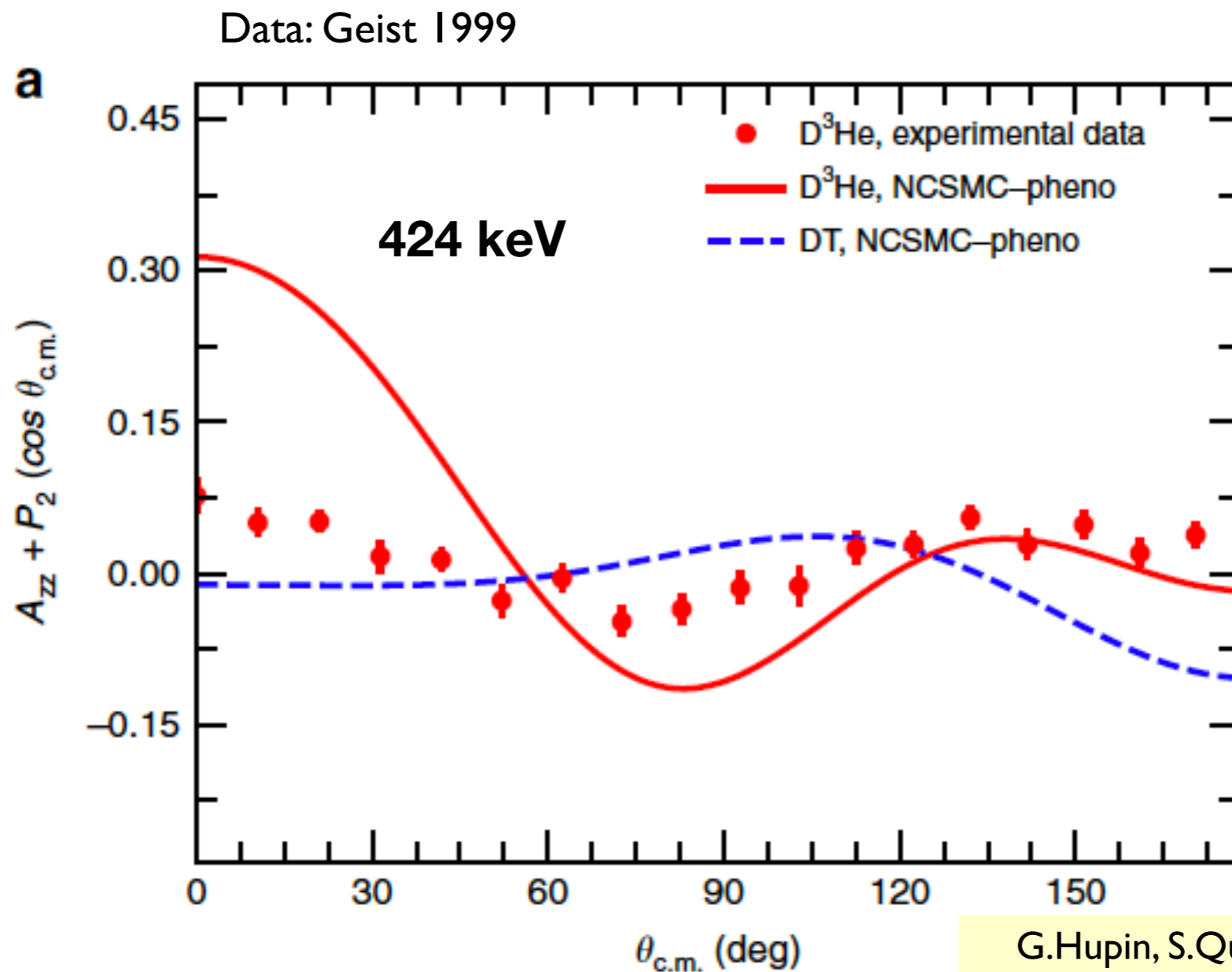
Измерение

$$C_{z,z}, C_{zz,zz}, QSF$$





Установка оптической поляризации ${}^3\text{He}$
Лаборатория физики экзотических ядер (Гусев Ю.И.)





AGREEMENT FOR COOPERATION

BETWEEN

Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Federal Republic of GERMANY
- hereinafter referred to as „JÜLICH“ -

AND

Heinrich-Heine Universität Düsseldorf
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf

Federal Republic of GERMANY
- hereinafter referred to as „HHUD“ -

AND

Соглашение остановлено

630090, Novosibirsk
RUSSIA

- hereinafter referred to as „BINP“ -

AND

Università degli Studi di Ferrara
Via Savonarola, 9

And

INFN-sezione di Ferrara
Via Saragat 1

44121 - Ferrara

ITALY

- hereinafter referred to as „UNIFE/INFN.-Fe“ -

AND

National Research Center "Kurchatov Institute"
Petersburg Nuclear Physics Institute,

188300, Gatchina,

RUSSIA

- hereinafter referred to as „PNPI“ -

- together hereinafter referred to as „Partners“ -



AGREEMENT FOR COOPERATION

BETWEEN

Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Federal Republic of GERMANY
- hereinafter referred to as „JÜLICH“ -

AND

Heinrich-Heine Universität Düsseldorf
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf

Federal Republic of GERMANY
- hereinafter referred to as „HHUD“ -

AND

Budker Institute of Nuclear Physics of
Siberian Branch Russian Academy of Sciences

Lavrentiev Avenue 11
630090, Novosibirsk
RUSSIA

- hereinafter referred to as „BINP“ -

AND

Università degli Studi di Ferrara
Via Savonarola, 9
And

INFN-sezione di Ferrara
Via Saragat 1
44121 - Ferrara
ITALY

- hereinafter referred to as „UNIFE/INFN.“ -

AND

National Research Center "Kurchatov Institute"
Petersburg Nuclear Physics Institute,

188300, Gatchina,
RUSSIA

- hereinafter referred to as „PNPI“ -

- together hereinafter referred to as „Partners“

«Вопросы поляризационной физики легких ядер» - Гатчина, 27-30 Июня 2022 г. Симпозиум «Вопросы поляризационной физики легких ядер»



Гатчина, Дубна, Новосибирск, Томск, Беларусь (Минск)...



Спасибо за внимание!

